

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Навчально-науковий інститут механічної інженерії технологій та транспорту
Кафедра технологій зварювання та будівництва

ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ ТА ОСНОВИ МЕХАНІКИ ҐРУНТІВ

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри технологій
зварювання та будівництва
Протокол №2 від 29.02.2024 р.

Чернігів 2024

Інженерна геологія та основи механіки ґрунтів. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / Укл.: Корзаченко М. М. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – 38 с.

Укладачі: Корзаченко Микола Миколайович, доцент Національного університету «Чернігівська політехніка», кандидат технічних наук;

Відповідальний за випуск: Прибисько Ірина Олександрівна, завідувач кафедри технологій зварювання та будівництва Національного університету «Чернігівська політехніка», кандидат технічних наук, доцент.

Рецензент: Ганєєв Тимур Рашитович, доцент кафедри технологій зварювання та будівництва Національного університету «Чернігівська політехніка», кандидат технічних наук, доцент;

ЗМІСТ

1.	Загальні положення.....	5
2.	Методика написання РГР.....	5
3.	Оформлення РГР.....	6
4.	Порядок зарахування та оцінювання РГР.....	7
5.	Тематика РГР.....	8
6.	Приклад виконання.....	12
	6.1. Оцінка ґрунтових умов будівельного майданчику.....	12
	6.2. Обрахунок осідання фундаменту будівлі.....	29
	Перелік літератури	35
	Додатки.....	36

1. Загальні положення

Для реалізації самостійної роботи в процесі вивчення навчального предмета студенти виконують комплекс завдань різних типів відповідних рівнів складності.

Одним із таких завдань є виконання розрахунково-графічних робіт з окремих дисциплін.

Завданнями на розрахунково-графічні роботи вибирається згідно варіанту по списку.

Завдання розрахунково-графічних робіт – перевірити рівень знань з конкретної теми або проблеми. У процесі підготовки розрахунково-графічних робіт здобувачі набувають навички роботи з монографіями, науковими статтями, нормативними і статистичними матеріалами. Вони також вивчають основні вимоги щодо оформлення наукових робіт.

Здобувачу необхідно: обрахувати осідання фундаменту методом пошарового підсумування та порівняти отриманий результат з нормативними даними.

2. Методика написання РГР

Першим етапом написання роботи є обрахування необхідних фізико-механічних характеристик ґрунту, які будуть необхідні для подальшого розв'язку задачі.

Другий етап це обрахунок осідання, побудова необхідних епюр та аналіз отриманого результату з нормативними значеннями.

Розрахунково-графічна робота повинна включати:

- титульний аркуш, на якому вказується назва міністерства, навчального закладу та кафедри, назва теми розрахунково-графічної роботи, відомості про здобувача (інститут, група, прізвище, ініціали), місце й рік написання (Додаток А);

- план роботи, що відбиває внутрішню структуру роботи (Додаток Б);

- вступ;
- основна частина, яка передбачає обрахунок осідання з необхідними графічними елементами;
- висновки;
- список використаної літератури.

У Вступі обов'язково слід зазначити важливість визначення осідання фундаментів.

Викладення матеріалу повинно бути самостійним, у разі цитування, або застосування формул, таблиць – в тексті слід надавати посиланнями на джерело, звідки взяті дані. Оформлення посилань – у квадратних дужках, наприклад: [4, 217], де перша цифра означає номер у переліку літератури, а друга – номер сторінки.

Після розкриття теми треба зробити висновки та навести перелік літератури, що цитувалася та використовувалась при підготовці та написанні розрахунково-графічної роботи.

3. Оформлення РГР

Розрахунково-графічна робота пишеться за допомогою технічних засобів. Обсяг розрахунково-графічної роботи – 8–12 аркушів формату А 4, не враховуючи титульного аркушу, плану роботи, переліку літератури та додатків.

Оформлена розрахунково-графічна робота завантажується в систему дистанційного навчання Moodle для перевірки, до початку сесії, протягом якої студенти будуть складати залік з цієї дисципліни.

При виконанні розрахунково-графічної роботи необхідно дотримуватись таких вимог:

- розрахунково-графічна робота повинна бути охайно оформленою, розбірливо написана без скорочення слів (крім загальновідомих скорочень) та здана у відповідні встановлені строки;

- сторінки роботи повинні бути пронумеровані (нумерація наводиться у правому верхньому кутку листка);
- зміст розрахунково-графічної роботи повинен відповідати планові та повністю розкривати питання плану;
- у тексті роботи слід виділяти й озаголовлювати відповідні розділи;
- в кінці розрахунково-графічної роботи наводиться список використаної літератури згідно встановлених вимог.

При неповному та неправильному виконанні розрахунково-графічної роботи і порушенні інших вимог розрахунково-графічна робота не зараховується.

4. Порядок зарахування та оцінювання РГР

Робота, яка виконана здобувачем відповідно до необхідних вимог, перевіряється із виставленням відповідної оцінки. Позитивно оцінена розрахунково-графічна робота є одним із видів обов'язкових навчальних робіт, за результатами виконання яких здобувач отримує допуск до семестрового контролю. Результати розрахунково-графічної роботи враховуються при виставленні підсумкової оцінки.

Розрахунково-графічні роботи, які визнані викладачем незадовільними, повертаються студенту для повторного виконання. У такому разі викладач обґрунтовує невідповідність роботи критеріям оцінювання та надає термін для її доопрацювання, але не пізніше, ніж за тиждень до початку сесії.

При повторному незадовільному виконанні розрахунково-графічної роботи здобувач не допускається до складання сесійного контролю.

Розрахунково-графічні роботи повинні надаватися здобувачами для перевірки в установлені графіком навчального процесу строки. Як виняток, допускається прийняття до перевірки робіт перед початком сесії за дозволом

відповідної кафедри з врахуванням поважних причин, підтверджених документально.

Оцінювання розрахунково-графічної роботи

Критерії контролю	Кількість балів
1. Своєчасність виконання	0... 2
2. Відповідність оформлення вимогам	0... 2
1. Правильність виконання	0... 3
2. Якість відповідей при захисті роботи	0... 3
Разом	0... 10

5. Тематика РГР

Номер варіанту	Назва ґрунту	Товщина шару, м	Щільність ґрунту, г/см ³		Природна вологість ґрунту, W, кН/м ³	Показники пластичності		Рівень ґрунтових вод, м	Глибина закладання ф-ту, d, м	Ширини фундаменту, b, м	Довжина фундаменту, L, м	Середній тиск під подошвою фундаменту, p = σ_{int} , кПа
			природна, ρ	частинок, ρ_s		текучості, W_L	пластичності, W_P					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
група БА-1												
1.	Пісок пилюватий	4,2	1,75	2,60	0,08	-	-	13,0	1,2	1,4	1,4	180
	Глинистий	15,6	1,90	2,70	0,26	0,36	0,17					
2.	Глинистий	4,4	1,80	2,70	0,20	0,48	0,28	16,2	1,5	1,6	1,8	185
	Супісок	15,5	1,78	2,67	0,12	0,34	0,27					
3.	Насипний	4,6	1,70	2,67	0,13	-	-	16,0	1,4	1,2	1,4	184
	Пісок мілкий	15,3	1,84	2,65	0,09	-	-					
4.	Пісок пилюватий	6,0	1,84	2,65	0,09	-	-	18,2	1,6	1,2	1,2	165
	Пісок пилюватий	16,0	1,78	2,65	0,05	-	-					
5.	Пісок пилюватий	4,0	1,66	2,66	0,05	-	-	13,2	1,1	0,8	0,8	145
	Супісок	16,0	1,78	2,67	0,12	0,22	0,17					
6.	Пісок мілкий	4,3	1,90	2,65	0,14	-	-	13,8	1,0	0,8	1,2	160
	Супісок	16,0	1,70	2,66	0,12	0,25	0,18					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7.	Пісок пилуватий	5,0	1,79	2,66	0,10	-	-	18,0	1,2	1,0	1,0	140
	Пісок мілкий	17,0	1,87	2,65	0,18	-	-					
8.	Супісок	6,0	1,78	2,67	0,12	0,34	0,27	13,0	1,3	1,0	1,2	125
	Пісок пилуватий	18,0	1,70	2,66	0,11	-	-					
9.	Пісок пилуватий	8,0	1,70	2,66	0,11	-	-	15,0	1,4	1,2	1,4	165
	Пісок мілкий	14,0	1,74	2,65	0,12	-	-					
10.	Насипний	3,0	1,70	2,65	0,10	-	-	16,3	1,0	0,8	1,0	154
	Пісок пилуватий	18,0	1,82	2,66	0,16	-	-					
11.	Пісок пилуватий	5,0	1,80	2,66	0,09	-	-	12,8	0,8	0,6	0,8	124
	Пісок мілкий	16,0	1,86	2,66	0,11	-	-					
12.	Пісок пилуватий	4,5	1,89	2,66	0,08	-	-	16,2	1,2	1,0	1,0	167
	Пісок мілкий	17,5	1,75	2,65	0,06	-	-					
13.	Пісок пилуватий	7,2	1,86	2,66	0,11	-	-	14,4	1,4	1,2	1,4	168
	Пісок мілкий	17,3	1,86	2,64	0,12	-	-					
14.	Пісок мілкий	6,0	1,83	2,65	0,08	-	-	13,2	1,2	1,0	1,2	148
	Супісок	14,0	1,98	2,68	0,16	0,21	0,17					
15.	Пісок мілкий	4,0	2,09	2,66	0,19	-	-	12,6	1,3	1,0	1,4	163
	Супісок	16,0	1,99	2,66	0,22	0,20	0,18					
16.	Пісок мілкий	3,0	1,69	2,66	0,07	-	-	15,0	1,2	1,0	1,2	164
	Пісок мілкий	16,7	1,81	2,66	0,08	-	-					
17.	Пісок пилуватий	4,5	1,68	2,66	0,09	-	-	13,8	1,5	1,4	1,4	187
	Пісок мілкий	16,5	1,75	2,65	0,10	-	-					
18.	Пісок мілкий	5,3	1,84	2,65	0,12	-	-	17,4	1,4	1,2	1,2	175
	Пісок мілкий	16,5	1,90	2,65	0,11							
19.	Супісок	4,4	1,80	2,67	0,11	0,20	0,14	16,0	1,3	1,0	1,2	148
	Пісок пилуватий	15,6	1,75	2,66	0,04	-	-					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20.	Пісок пилуватий	3,2	1,70	2,66	0,05	-	-	14,0	1,0	0,8	1,0	164
	Пісок мілкий	18,6	1,74	2,65	0,04							
21.	Пісок мілкий	4,6	1,81	2,66	0,06	-	-	12,8	0,8	0,6	1,0	143
	Пісок пилуватий	18,7	2,02	2,66	0,16	-	-					
22.	Супісок	4,6	2,00	2,67	0,15	-	-	13,2	1,4	1,2	1,4	145
	Пісок мілкий	14,5	2,02	2,66	0,17	-	-					
23.	Супісок	3,9	1,60	2,66	0,13	0,25	0,19	14,2	0,8	0,6	0,8	127
	Супісок	17,5	1,70	2,66	0,12	0,32	0,25					
24.	Пісок	4,0	1,74	2,67	0,06	-	-	13,1	1,2	1,0	1,0	154
	Суглинок	18,0	1,75	2,70	0,14	0,26	0,17					
25.	Суглинок	4,6	1,77	2,71	0,15	0,26	0,17	15,0	1,6	1,4	1,6	176
	Суглинок	16,5	1,98	2,65	0,12	0,29	0,21					
26.	Супісок	2,3	1,92	2,69	0,18	0,25	0,18	14,3	1,0	0,8	1,0	148
	Супісок	18,5	1,96	2,70	0,19	0,20	0,17					
27.	Піщаний	6,0	1,78	2,65	0,05	-	-	13,3	1,4	1,0	1,0	168
	Глинистий	14,0	1,80	2,68	0,12	0,36	0,17					
28.	Насипний	3,0	1,60	2,50	0,15	-	-	12,8	1,2	1,0	1,2	145
	Пісок пилуватий	18,0	1,90	2,65	0,20	-	-					
29.	Пісок пилуватий	4,8	1,90	2,65	0,18	-	-	13,0	1,3	1,0	1,0	165
	Глинистий	17,2	1,82	2,69	0,22	0,50	0,30					
30.	Пісок мілкий	6,0	1,93	2,65	0,20	-	-	12,5	1,0	0,8	1,0	135
	Супісок	13,0	1,50	2,66	0,21	0,26	0,20					
група БА-2												
1.	Пісок пилуватий	4,2	1,75	2,60	0,08	-	-	13,0	1,5	1,4	1,4	200
	Глинистий	15,6	1,90	2,70	0,26	0,36	0,17					
2.	Глинистий	4,4	1,80	2,70	0,20	0,48	0,28	16,2	1,2	1,6	1,8	210
	Супісок	15,5	1,78	2,67	0,12	0,34	0,27					
3.	Насипний	4,6	1,70	2,67	0,13	-	-	16,0	1,6	1,2	1,4	220
	Пісок мілкий	15,3	1,84	2,65	0,09	-	-					
4.	Пісок пилуватий	6,0	1,84	2,65	0,09	-	-	18,2	1,7	1,2	1,2	180
	Пісок пилуватий	16,0	1,78	2,65	0,05	-	-					
5.	Пісок пилуватий	4,0	1,66	2,66	0,05	-	-	13,2	1,3	0,8	0,8	190
	Супісок	16,0	1,78	2,67	0,12	0,22	0,17					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6.	Пісок мілкий	4,3	1,90	2,65	0,14	-	-	13,8	1,8	0,8	1,2	230
	Супісок	16,0	1,70	2,66	0,12	0,25	0,18					
7.	Пісок пилуватий	5,0	1,79	2,66	0,10	-	-	18,0	2,0	1,0	1,0	240
	Пісок мілкий	17,0	1,87	2,65	0,18	-	-					
8.	Супісок	6,0	1,78	2,67	0,12	0,34	0,27	13,0	1,9	1,0	1,2	250
	Пісок пилуватий	18,0	1,70	2,66	0,11	-	-					
9.	Пісок пилуватий	8,0	1,70	2,66	0,11	-	-	15,0	1,8	1,2	1,4	210
	Пісок мілкий	14,0	1,74	2,65	0,12	-	-					
10.	Насипний	3,0	1,70	2,65	0,10	-	-	16,3	2,0	0,8	1,0	200
	Пісок пилуватий	18,0	1,82	2,66	0,16	-	-					
11.	Пісок пилуватий	5,0	1,80	2,66	0,09	-	-	12,8	2,4	0,6	0,8	250
	Пісок мілкий	16,0	1,86	2,66	0,11	-	-					
12.	Пісок пилуватий	4,5	1,89	2,66	0,08	-	-	16,2	2,2	1,0	1,0	220
	Пісок мілкий	17,5	1,75	2,65	0,06	-	-					
13.	Пісок пилуватий	7,2	1,86	2,66	0,11	-	-	14,4	2,1	1,2	1,4	210
	Пісок мілкий	17,3	1,86	2,64	0,12	-	-					
14.	Пісок мілкий	6,0	1,83	2,65	0,08	-	-	13,2	2,0	1,0	1,2	180
	Супісок	14,0	1,98	2,68	0,16	0,21	0,17					
15.	Пісок мілкий	4,0	2,09	2,66	0,19	-	-	12,6	1,5	1,0	1,4	180
	Супісок	16,0	1,99	2,66	0,22	0,20	0,18					
16.	Пісок мілкий	3,0	1,69	2,66	0,07	-	-	15,0	1,6	1,0	1,2	190
	Пісок мілкий	16,7	1,81	2,66	0,08	-	-					
17.	Пісок пилуватий	4,5	1,68	2,66	0,09	-	-	13,8	1,7	1,4	1,4	180
	Пісок мілкий	16,5	1,75	2,65	0,10	-	-					
18.	Пісок мілкий	5,3	1,84	2,65	0,12	-	-	17,4	1,9	1,2	1,2	240
	Пісок мілкий	16,5	1,90	2,65	0,11							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19.	Супісок	4,4	1,80	2,67	0,11	0,20	0,14	16,0	1,5	1,0	1,2	170
	Пісок пилуватий	15,6	1,75	2,66	0,04	-	-					
20.	Пісок пилуватий	3,2	1,70	2,66	0,05	-	-	14,0	1,4	0,8	1,0	170
	Пісок мілкий	18,6	1,74	2,65	0,04							
21.	Пісок мілкий	4,6	1,81	2,66	0,06	-	-	12,8	1,2	0,6	1,0	200
	Пісок пилуватий	18,7	2,02	2,66	0,16	-	-					
22.	Супісок	4,6	2,00	2,67	0,15	-	-	13,2	1,3	1,2	1,4	190
	Пісок мілкий	14,5	2,02	2,66	0,17	-	-					
23.	Супісок	3,9	1,60	2,66	0,13	0,25	0,19	14,2	1,4	0,6	0,8	210
	Супісок	17,5	1,70	2,66	0,12	0,32	0,25					
24.	Пісок	4,0	1,74	2,67	0,06	-	-	13,1	1,7	1,0	1,0	210
	Суглинок	18,0	1,75	2,70	0,14	0,26	0,17					
25.	Суглинок	4,6	1,77	2,71	0,15	0,26	0,17	15,0	1,2	1,4	1,6	180
	Суглинок	16,5	1,98	2,65	0,12	0,29	0,21					
26.	Супісок	2,3	1,92	2,69	0,18	0,25	0,18	14,3	1,4	0,8	1,0	150
	Супісок	18,5	1,96	2,70	0,19	0,20	0,17					
27.	Піщаний	6,0	1,78	2,65	0,05	-	-	13,3	1,6	1,0	1,0	200
	Глинистий	14,0	1,80	2,68	0,12	0,36	0,17					
28.	Насипний	3,0	1,60	2,50	0,15	-	-	12,8	1,7	1,0	1,2	220
	Пісок пилуватий	18,0	1,90	2,65	0,20	-	-					
29.	Пісок пилуватий	4,8	1,90	2,65	0,18	-	-	13,0	2,0	1,0	1,0	180
	Глинистий	17,2	1,82	2,69	0,22	0,50	0,30					
30.	Пісок мілкий	6,0	1,93	2,65	0,20	-	-	12,5	2,1	0,8	1,0	240
	Супісок	13,0	1,50	2,66	0,21	0,26	0,20					

6. Приклад виконання

6.1. Оцінка ґрунтових умов будівельного майданчику

Під час розрахунку спершу необхідно скласти розрахункову схему (рис. 1.1) та навести основні фізичні характеристик згідно завдання (табл. 1.1). Далі необхідно встановити розрахункові показники фізичних властивостей для ґрунтів, а на їх основі і показники механічних властивостей за таблицями норм. Для спрощення вважаємо, що виділені шари ґрунту однорідні, а тому розглядаємо їх як інженерно-геологічні елементи.

Таблиця 1.1 – Зведена інженерно-геологічна колонка з таблицею нормативних та розрахункових значень показників властивостей ґрунтів

Індекс генезису ґрунту	Номер ІГЕ	Назва ґрунту	Нормативні значення														
			Природна вологість	Границя текучості	Границя розкочування	Число пластичності	Показник консистенції	Щільність часточок ґрунту	Щільність ґрунту	Щільність сухого ґрунту	Пористість	Коефіцієнт пористості	Ступінь вологості	Вологоємність повна	Кут внутрішнього тертя	Питоме зчеплення	Модуль деформації
			W	W _L	W _P	I _P	I _L	ρ_s	ρ	ρ_d	n	e	S _r	W _{sat}	φ	c	E
			Долі одиниці					г/см ³			Долі одиниці				град.	кПа	МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1	Рослинний							1,46								
	2	Заторфований							1,30								
	3	Піщаний (пісок дрібний)	0,06					2,65	1,78								
	4	Глинистий	0,19	0,22	0,17			2,68	1,91								
	4a	Глинистий		0,22	0,17			2,68					1,0				

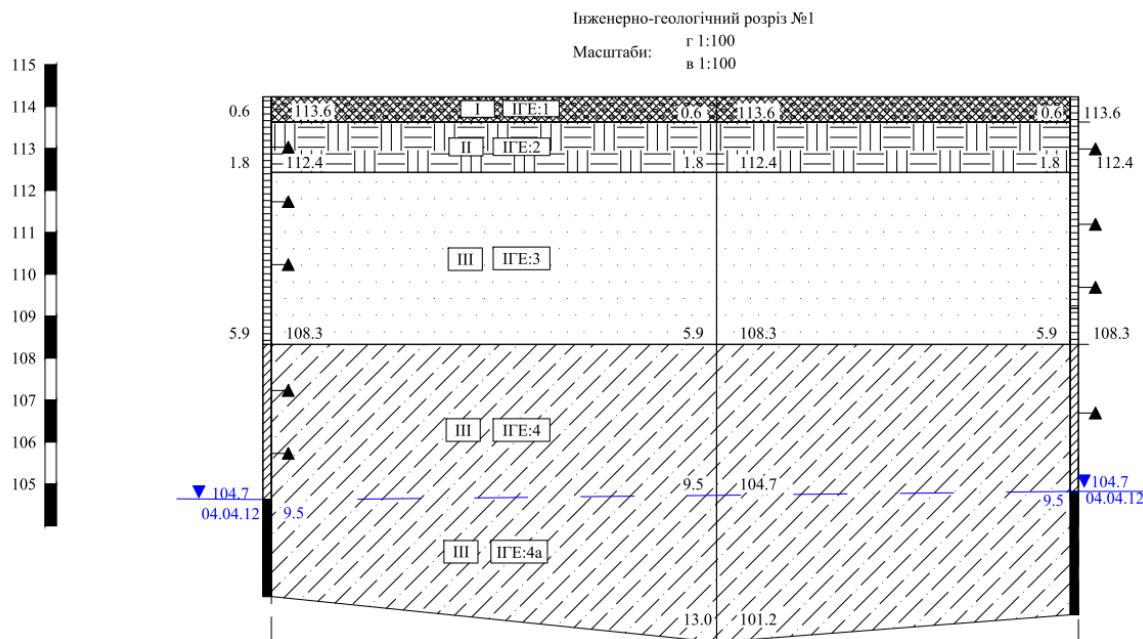


Рисунок 1.1 – Заданий інженерно-геологічний розріз

Для обрахунку необхідних фізико-механічні характеристики ґрунтів використовується ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення» [1] (при необхідності користуються ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування» [2]); посібники Корнієнко М.В. «Механіка ґрунтів» [3] та Корнієнко М.В. «Основи і фундаменти» [4], або іншою науковою чи нормативною літературою [5-8].

ДБН В.2.1-10-2009 було відмінено, ввівши в дію ДБН В.2.1-10:2018, який містить загальні положення та ДБН А.2.1-1-2014, в який перенесли розрахункові формули та таблиці з ДБН В.2.1-10-2009, проте ДБН А.2.1-1-2014 не набрав чинності. Виникла ситуація, коли формули і таблиці офіційно зникли, тому в навчальних цілях ми будемо використовувати як ДБН В.2.1-10:2018 так і ДБН В.2.1-10-2009.

Для обрахунку фізико-механічних характеристик використовуються наступні формули:

Питому вагу ґрунту знаходять за формулою 4 [3]:

$$\gamma = \rho \cdot g, \quad (1.1)$$

де γ – питома вага ґрунту, кН/м³;

ρ – щільність ґрунту, т/м³;

$g = 9,81$ м/с² – прискорення земного тяжіння.

Точність визначення – 0.1 кН/м³.

Назва піщаного ґрунту визначається гранулометричним складом, проте ми не виконуємо даних розрахунків, приймаючи назву з вихідних даних.

Щільність ґрунту в сухому стані – скелету ґрунту ρ_d [3, ф-ла 3]:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}, \quad (1.2)$$

Точність визначення – 0,01 т/м³ (г/см³).

Пористість ґрунту n_3 [5, ф-ла 4.12]:

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}, \quad (1.3)$$

або

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}, \quad (1.4)$$

Точність визначення – 0.01.

5. Коефіцієнт пористості e_3 [3, ф-ла 5]:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (1.5)$$

Точність визначення – 0,001.

По табл. Б.18 ДСТУ Б В.2.1-2-96 [9] можна перевірити назву ґрунту (див. табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Назва пісків за щільністю будови

Назва різновиду піску	Коефіцієнт пористості для піску, e		
	гравіюватого, крупного, середньої крупності	мілкового (дрібного)	Пилуватого
Щільний	< 0.55	< 0.60	< 0.60
Середньої щільності	0.55...0.70	0.60...0.75	0.60...0.80
Пухкий	> 0.70	> 0.75	> 0.80

Коефіцієнт водонасичення S_{r3} [3, ф-ла 6]:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}, \quad (1.6)$$

де ρ_w – щільність води, 1.0 т/м³ (г/см³).

Точність визначення S_r – 0.01.

Всі піски по табл. 17 ДСТУ Б В.2.1-2-96 [9] додатково поділяються за величиною S_r (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Класифікація пісків за ступенем водонасичення

Назва різновиду пісків	Коефіцієнт водонасичення, S_r , част.од.
Малого ступеню водонасичення	0...0.5
Середнього ступеню водонасичення	0.50...0.80
Насичені водою	0.80...1.0

Величини c_n і φ_n , що характеризують міцність цього піску, як нормативні показники, визначаються на основі фізичних характеристик табл. додатку В ДБН В.2.1-10-2009 [2] (або [4, табл. 7], в даній роботі це табл. 1.4), враховуючи різновид піску та його коефіцієнт пористості.

Таблиця 1.4 – Нормативні величини питомого зчеплення c_n , кПа, кута внутрішнього тертя φ_n , град. та модуля деформації E , МПа, пісків кварцевих четвертинного віку.

Назва різновиду піску	Нормативні показники	Значення нормативних показників пісків при коефіцієнті пористості, e			
		0.45	0.55	0.65	0.75
Гравіюваті та крупні	c_n	2	1	0	-
	φ_n	43	40	38	-
	E	50	40	30	-
Середньої крупності	c_n	3	2	1	-
	φ_n	40	38	35	-
	E	50	40	30	-
Мілки (дрібні)	c_n	6	4	2	0
	φ_n	38	36	32	28
	E	48	38	28	18
Пилуваті	c_n	8	6	4	2
	φ_n	36	34	30	26
	E	39	28	18	11

Примітки:

1. Позначення модуля деформації E дається без індексу « n » оскільки ця величина використовується в розрахунках тільки за II-м граничним станом, для якого розрахункові значення приймаються рівними нормативним;

2. При величині $e < 0.45$ допускається приймати в запас надійності значення c_n , φ_n і E , як при $e = 0.45$;

3. Для проміжних значень нормативні показники визначають по інтерполяції.

4. Для пісків середньої щільності (див. табл. 1.2) при величинах e , що виходять за межі максимальних в табл. 1.4 нормативні показники можна визначати за екстраполяцією;

5. Для пухких пісків визначати показники за табл. 1.4 не дозволяється. На практиці в цьому випадку оцінку ґрунтам дають на основі польових або лабораторних випробувань. При виконанні курсового проекту тут необхідно порадитись з викладачем.

В тих випадках, коли в таблиці для заданих характеристик значення c_n , φ_n та E відсутні, їх приймають за вказівкою викладача. Про це необхідно зробити запис в пояснювальній записці. Дані значення можуть вже бути видані у вихідних даних завдання, в таких випадках обрахунки не проводять, а приймають значення згідно завдання.

Модуль деформації E визначається як нормативна величина за тією ж таблицею ДБН В.2.1-10-2009 [2] (або [4, табл. 7] в даній роботі це табл. 1.4:

Точність визначення – 0,1 МПа.

Таке ж зауваження приймається і при визначенні E у випадках пухких пісків. На практиці точність визначення E знаходиться в межах 0,1...1,0 МПа.

9. Розрахунковий опір R_0 (табличне значення або умовний розрахунковий опір ґрунту) визначається за табл. Е.2 додатку Е ДБН В.2.1-10-2009 [2], як така величина R , що відповідає фундаментам неглибокого закладання з шириною підшви $b_0 = 1$ м та глибиною закладання $d_0 = 2$ м і може використовуватися для попереднього розрахунку розмірів фундаментів. Тільки для фундаментів будівель і споруд третього рівня відповідальності величини R_0 на практиці часто використовують як допустимі. Таблицю R_0 для пісків наведено нижче (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Розрахунковий опір R_0 , кПа, піщаних ґрунтів

Назва різновиду пісків	Величина R_0 , кПа, в залежності від їх стану за щільністю	
	щільні	середньої щільності
Гравіюваті та крупні	600	500
Середньої крупності	500	400
Мілки (дрібні):		
- малого ступеню водонасичення	400	300
- середнього ступеню водонасичення		
та насичені водою	300	200
Пилуваті:		
- малого ступеню водонасичення	300	250
- середнього ступеню водонасичення	200	150
- насичені водою	150	100

За цією схемою можуть розраховуватися всі піщані ґрунти. Але, якщо б в межах цього шару (в нижній його частині) була б ґрунтова вода, то нижче рівня її розповсюдження властивості піску дещо змінилися б, а значить і змінилися б деякі показники. До того ж, цю частину шару необхідно було б розглядати як самостійний інженерно-геологічний елемент (наприклад, ПГЕ-3а). Для цього шару ПГЕ-3а частина показників залишилась би постійною: $\rho_{s.3a}$, $\rho_{d.3a}$, n_{3a} , e_{3a} .

Коефіцієнт водонасичення нижче рівня W_L буде $S_{r3a} = 1.0$ (пісок насичений водою). Тоді з його визначення маємо:

$$S_{r3a} = \frac{W_{sat.3a} \cdot \rho_{s.3a}}{e_{3a} \cdot \rho_w} = 1, 0$$

Вологість водонасиченого ґрунту $W_{sat.3a}$ (максимальна вологість $W_{max.3a}$ для цього стану піску за щільністю) звідси дорівнює:

$$W_{sat.3a} = W_{max.3a} = \frac{e_{3a} \cdot \rho_w}{\rho_{s.3a}}$$

Точність визначення цієї вологості – 0,001, так як ця величина відповідає S_r , що не може бути більше за 1.0.

Щільність ґрунту у водонасиченому стані ρ_{3a} буде:

$$\rho_{3a} = \rho_d \cdot (1 + W_{sat.3a})$$

Питома вага ґрунту γ_{3a} :

$$\gamma_{3a} = \rho_{3a} \cdot g$$

Щільність ґрунту в завислому (у виваженому) стані: ρ'_{3a} (враховується виштовхуюча сила води):

$$\rho'_{3a} = \frac{\rho_{s.3a} - \rho_w}{1 + e}$$

Цю величину можна отримати і більш просто:

$$\rho'_{3a} = \rho_{3a} - \rho_w$$

Можливо використовувати в розрахунках будь-яку з цих двох формул.

Питома вага ґрунту в завислому (у виваженому) стані γ'_{3a} :

$$\gamma'_{3a} = \rho'_{3a} \cdot g$$

Ця ж величина могла бути отримана без проміжних розрахунків:

$$\gamma'_{3a} = \gamma_{3a} - \gamma_w$$

ПЕ-4 – глинистий ґрунт. Для глинистих ґрунтів необхідно знаходити допоміжні величини:

Визначаємо назву глинистого ґрунту по величині числа пластичності $I_{p.4}$ [3, ф-ла 1]:

$$I_p = W_L - W_p, \quad (1.7)$$

По табл. Б 11 додатку ДСТУ Б В.2.1-96 [9] (табл. 1.6) уточнюється назва:

Таблиця 1.6 – Назва різновидів глинистого ґрунту за величиною числа пластичності

Назва різновиду ґрунтів	Число пластичності, I_p , часток одиниць
Супісок	0.01...0.07
Суглинок	0.07...0.17
Глина	> 0.17

Додаткова назва різновиду глинистих ґрунтів дається по табл. Б 12 додатку Б ДСТУ [9] з врахуванням гранулометричного складу. Ця таблиця наведена нижче (табл. 1.7). Так як гранулометричний склад глинистого ґрунту не визначався (не приведений в завданні), то додатковий поділ супіску на піщанистий чи пілуватий) студент проводить після консультації з викладачем або приймає обґрунтоване рішення самостійно.

Таблиця 1.17 – Додаткова назва глинистих ґрунтів з врахуванням їх гранулометричного складу

Різнovid глинистих ґрунтів	Число пластичності I_p , часток одиниць	Вміст піщаних частинок (розміром 2...0.5 мм), % по масі
Супісок		
піщанистий	0.01 ...0.07	≥ 50
пілуватий	0.01 ...0.07	< 50
Суглинок		
легкий піщанистий	0.07 ...0.12	≥ 40
легкий пілуватий	0.07 ...0.12	< 40
важкий піщанистий	0.12 ...0.17	≥ 40
важкий пілуватий	0.12 ... 0.17	< 40
Глина		
легка піщаниста	0.17 ...0.27	≥ 40
легка пілувата	0.17 ...0.27	< 40
Важка	> 0.27	не регламентується

Якби це був суглинок або глина, то навіть при відсутності гранулометричного складу необхідно вказати: легкий чи важкий це ґрунт.

Стан глинистого ґрунту визначають за величиною показника текучості $I_{L.4}$:

$$I_{L.4} = \frac{W_4 - W_{P.4}}{W_{L.4} - W_{P.4}}$$

Точність визначення до 0,01.

По табл. Б 14 додатку ДСТУ Б В.2.1-2-96 (табл. 1.18) визначають стан глинистого ґрунту.

Таблиця 1.18 – Додаткова назва різновидів глинистих ґрунтів з врахуванням їх консистенції.

Назва різновидів глинистих ґрунтів за консистенцією	Показник текучості, I_L
Супіски:	
тверді	< 0
пластичні	0...1
текучі	> 1
Суглинки та глини:	
тверді	< 0
напівтверді	0...0.25
тугопластичні	0.25...0.50
м'якопластичні	0.50...0.75
текучопластичні	0.75...1
текучі	> 1

Інші показники фізичних властивостей визначаються, як і для пісків:

Щільність ґрунту в сухому стані – скелету ґрунту ρ_{d4} :

$$\rho_{d4} = \frac{\rho_4}{1 + W_4}$$

4. Питома вага ґрунту γ_4 :

$$\gamma_4 = \rho_4 \cdot g$$

5. Пористість ґрунту n_4 :

$$n_4 = \frac{\rho_{s.4} - \rho_{d4}}{\rho_{s.4}}$$

6. Коефіцієнт пористості e_4 :

$$e_4 = \frac{\rho_{s.4} - \rho_{d4}}{\rho_{d4}}$$

7. Коефіцієнт водонасичення S_r :

$$S_r = \frac{W_4 \cdot \rho_{s.4}}{e_4 \cdot \rho_w}$$

На відміну від пісків додаткова класифікація по величині e та S_r для глинистих ґрунтів не проводиться. В той же час, ці показники використовують при визначенні механічних показників глинистих ґрунтів по їх фізичним характеристикам за табл. В.2 і табл. В.3 додатку В [2]. При цьому в нормах вказується, що ці таблиці складені для ґрунтів, у яких $S_r \geq 0.8$. В курсовому проекті дозволяється їх використовувати і при $S_r < 0.8$, вказавши при цьому застереження, що це робиться умовно (див. нижче).

Нормативні показники міцності φ_n і c_n визначаємо умовно за табл. В.2 додатку В ДБН [2] (табл. 1.19) з врахуванням, що вони мають $I_{L.4}$ та e_4 :

Таблиця 1.19 – Нормативні величини питомого зчеплення c_n , кПа та кута внутрішнього тертя φ_n , град, глинистих непросідаючих четвертинних ґрунтів

Назва глинистого ґрунту	Величина показника текучості, I_L	Нормативні показники	Характеристики ґрунтів при коефіцієнті пористості, e						
			0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Супіски	0...0.25	c_n	21	17	15	13	-	-	-
		φ_n	30	29	27	24	-	-	-
	0.25...0.75	c_n	19	15	13	11	9	-	-
		φ_n	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки	0...0.25	c_n	47	37	31	25	22	19	-
		φ_n	26	25	24	23	22	20	-
	0.25...0.50	c_n	39	34	28	23	18	15	-
		φ_n	24	23	22	21	19	17	-
	0.50...0.75	c_n	-	-	25	20	16	14	12
		φ_n	-	-	19	18	16	14	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глини	0...0.25	c_n	-	81	68	54	47	41	36
		φ_n	-	21	20	19	18	16	14
	0.25...0.50	c_n	-	-	57	50	43	37	32
		φ_n	-	-	18	17	16	14	11
	0.50...0.75	c_n	-	-	45	41	36	33	29
		φ_n	-	-	15	14	12	10	7

Примітки:

Наведені величини c_n і φ_n характеризують глинисті ґрунти будь-якого походження (генезису), але кількість органічної речовини не повинна перевищувати 5% та мати вологість, що відповідає $Sr \geq 0.8$.

Для значень $I_L < 0$ та $e < 0.45...0.65$, де дані при нижчих значеннях відсутні дозволяється приймати в запас надійності крайні величини c_n і φ_n (при $I_L = 0$).

Для ґрунтів при $0.75 < I_L < 1.0$ дозволяється в курсовому проекті приймати значення c_n і φ_n як при $I_L = 0.75$.

При величині коефіцієнту пористості e вищих ніж ті, для яких є дані в таблиці для даної консистенції (I_L), дозволяється самостійно приймати значення орієнтуючись на величини c і φ , що приведені для ґрунтів при більших значеннях I_L , що йде в запас надійності.

Для проміжних значень e величини c_n і φ_n встановлюють за інтерполяцією.

Для текучих глинистих ґрунтів ($I_L > 1$) характеристики міцності повинні визначатись за результатами польових або лабораторних випробувань.

9. Модуль деформації E визначається за табл. В.3 додатку В ДБН (табл. 1.20) за тими ж умовами. Ґрунт розглядаємо як алювіальний, тобто такий, що відноситься до першої групи глинистих ґрунтів четвертинного періоду, що наводяться в таблиці (ці ґрунти найбільш поширені в Україні).

Таблиця 1.20 – Нормативні величини модуля деформації, E , МПа четвертинних глинистих ґрунтів

Назва ґрунтів за походженням	Назва різновиду глинистого ґрунту	Величина показника текучості, I_L	Модуль деформації ґрунту E , МПа, при коефіцієнті пористості, e							
			0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	
Алювіальні, делювіальні, озерні, озерно-алювіальні	Супіски	0...0.75	32	24	16	10	7	-	-	
	Суглинки	0...0.25	34	27	22	17	14	11	-	
		0.25...0.50	32	25	19	14	11	8	-	
		0.50...0.75	-	-	17	12	8	6	5	
	Глини	0...0.25	-	28	24	21	18	15	12	
		0.25...0.50	-	-	21	18	15	12	9	
		0.50...0.75	-	-	-	15	12	9	7	
	Флювіогляці-альні	Супіски	0...0.75	33	24	17	11	7	-	-
		Суглинки	0...0.25	40	33	27	21	-	-	-
0.25...0.50			35	28	22	17	14	-	-	
0.50...0.75			-	-	17	13	10	7	-	
Моренні	Супіски, суглинки	0...0.50	55	45	-	-	-	-	-	

Примітки: Див. примітки до табл.1.19.

В таблиці не приведені дані для глин юрського періоду оксфордського ярусу, що мають обмежене поширення (ці дані дивись табл. В.3 додатку В норм [2]).

Розрахунковий опір супіску $R_{0.4}$ (табличний) визначаємо за табл. Е.3 додатку Е норм [2] (табл. 1.21) з врахуванням $I_{L.4}$ та e_4 :

Таблиця 1.21 – Розрахунковий опір R_0 , кПа, глинистих непросідаючих ґрунтів

Назва різновиду глинистого ґрунту	Коефіцієнт пористості, e	Величина R_0 , кПа при показнику текучості	
		$I_L=0$	$I_L=1$
Супіски	0,5	300	300
	0,7	250	200
Суглинки	0,5	300	250
	0,7	250	180
	1,0	200	100
Глини	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,1	250	100

Примітки:

При характеристиках ґрунту e та I_L , що виходять за межі приведених в таблиці дозволяється приймати R_0 по найближчих значеннях, так як ця величина буде в подальшому уточнена.

Величина R_0 приймається за інтерполяцією.

Таблиця 1.22 – Зведена таблиця нормативних значень фізико-механічних показників ґрунтів (приклад)

Номер ПГЕ	Повне найменування ґрунту	Глибина залягання підшови, м	Щільність ґрунту, т/м ³ (Г/см ³)				Природна вологість, W	Питома вага ґрунту, кН/м ³		пористість, n	коефіцієнт пористості, e	коефіцієнт водонасичення, S _r	Границя		Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Питома зчеплення, c _n , кПа	Кут внутрішнього тертя, φ _n , град	Модуль деформації, E, МПа	Розрахунковий опір, R _o , кПа	Примітка
			природного, ρ	сухого скелету, ρ _d	частинок, ρ _s	у виваженому стані, ρ'		природна, γ	у виваженому стані, γ'				текучості, W _L	пластичності, W _p							
1	Рослинний	0,6	1,46				14,32													Слабкий ґрунт	
2	Заторфований	1,8	1,30				12,75													Слабкий ґрунт	
3	Пісок дрібний, щільний, малого ступеню водонасичення	5,9	1,78	1,68	2,65	0,06	17,46		0,37	0,577	0,28					3,5	34,9	35,3	400		
4	Супісок пластичний	9,5	1,91	1,605	2,68	0,19	18,74		0,40	0,670	0,76	0,22	0,17	0,05	0,40	12,6	23,4	14,8	240,5		
4а	Супісок текучий	13,0	2,01	1,605	2,68	1,01	0,25	19,68	9,87	0,40	0,670	1,00	0,22	0,17	0,05	1,66	12,6	23,4	14,8	215,0	

Розрахункові величини характеристик ґрунту визначаються з врахуванням вимог п. 8.3.5 ДБН [1] та п.5.6 ДСТУ Б В. 2.1-5-96 [11] за формулою:

$$X = \frac{X_k}{\gamma_g}, \quad (1.8)$$

де X_k –характеристичне значення показника;

γ_g – коефіцієнт надійності по ґрунту.

Так як норми [1] допускають визначення нормативних і розрахункових значень ґрунтів за даними їх фізичних показників, то при курсовому проектуванні використовуємо положення про величину γ_g , що використовується для визначення розрахункових величин:

- 1) в розрахунках основ за деформаціями (по II граничному стану) – $\gamma_g = 1$. При цьому визначають тільки величини, що використовуються в розрахунках: питомого зчеплення c_{II} , кута внутрішнього тертя φ_{II} , модуля деформації E , питомої ваги ґрунту γ_{II} та розрахункового опору R_0 . Ці величини практично приймають рівними нормативним значенням;
- 2) в розрахунках основ за несучою здатністю (по I граничному стану) величину γ_g допускається приймати рівною:
 - при визначенні питомого зчеплення c_I : $\gamma_{g(c)} = 1.5$ для всіх різновидів глинистих і піщаних ґрунтів;
 - при визначенні кута внутрішнього тертя φ_I цей коефіцієнт приймають:
 - для пісків $\gamma_{g(\varphi)} = 1,1$;
 - для глинистих ґрунтів $\gamma_{g(\varphi)} = 1,15$;
 - при визначенні питомої ваги γ_I в розрахунках, що виконуються в курсовому проекті, дозволяється приймати $\gamma_{g(\gamma)} = 1.05$ (в інших випадках може бути $\gamma_g < 1$).

6.2. Обрахунок осідання фундаменту будівлі

Знаходження осідання фундаменту методом пошарового підсумування.

Приклад.

Вихідні дані для розрахунку: розміри фундаменту $l = 2,4$ м, $b = 1,4$ м, середній тиск під подошвою фундаменту, $P = \sigma_{mt} = 139,31$ кПа.

Номер шару	Назва ґрунту	Товщина шару, м	Щільність ґрунту, т/м ³		Коефіцієнт пористості, e	Показник текучості, I_L	Модуль деформації, E , КПа
			ґрунту, ρ	часточок, ρ_s			
1	Насипний ґрунт	0,9	1,55				
2	ІГЕ-2 Супісок пластичний, насичений водою	3,8	1,83	2,64	0,8	0,4	8000
3	ІГЕ-3 Суглинок важкий, тугопластичний	6,2	2,15	2,65	0,31	0,31	22000

Порядок розрахунку

Унаслідок складності визначення закону зменшення напруг по глибині ґрунтового товщу розбивають на ряд шарів, у межах котрих тиск можна вважати постійним без великої похибки. Тоді загальне осідання можна визначити з використанням виразу для елементарного шару, підсумовуючи осідання окремих шарів у межах товщі, що стискується [5, ст. 180].

Розрахунок осідання фундаменту виконують таким чином [5, ст. 181]:

1) Для полегшення інтерполяції товщу нижче подошви фундаменту розбивають на елементарні шари товщиною:

$$z = 0,4 \cdot b, \quad (1.9)$$

де b – ширина подошви фундаменту, м.

У межах кожного виду ґрунту потрібно виділити цілу кількість елементарних шарів, тому останній елементарний шар може бути меншим, ніж $0,4b$. За даними прикладу маємо, що

$$z = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 1,4 = 0,56 \text{ м}$$

Розбивка товщі ґрунту зображена на Рисунку 2.1.

2) Далі будують епюру напруг σ_{zg} від власної ваги ґрунту. Напряга σ_{zg} розраховується за формулою [5, ст. 172]:

$$\sigma_{zgi} = \sum_i^n \gamma_i \cdot h_i, \quad (1.10)$$

де n – кількість різних шарів ґрунту від поверхні до глибини z ;

γ_i – питома вага ґрунту в i -му шарі, кН/м³;

h_i – товщина i -го шару ґрунту, м.

Необхідно пам'ятати, що у шарах, розташованих нижче від рівня ґрунтової води, питома вага для уламкових ґрунтів, пісків, супісків і суглинків приймається зменшеною за рахунок виважуючої дії води й обчислюється за формулою [2, ст. 172]:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}, \quad (1.11)$$

де γ_s – питома вага частинок ґрунту, кН/м³;

γ_w – питома вага води ($\gamma_w = 10$ кН/м³);

e – коефіцієнт пористості ґрунту, який знаходять за формулою [5, ст. 85]:

$$e = \frac{\rho_s(1 + w)}{\rho} - 1, \quad (1.12)$$

де ρ_s – щільність частинок ґрунту, т/м³;

ρ – природна щільність ґрунту, т/м³;

w – природна вологість ґрунту, кН/м³.

Питому вагу ґрунту визначають за формулою:

$$\gamma = \rho \cdot g, \quad (1.13)$$

де g – прискорення вільного падіння, кг·м/с²;

Отже, за формулами (1.10)-(1.13) розрахуємо значення напруг σ_{zg} від власної ваги ґрунту:

- на рівні подошви першого шару:

$$\sigma_{zgi} = \gamma_1 \cdot h_1 = g \cdot \rho_1 \cdot d = 10 \cdot 1,55 \cdot 0,9 = 13,95 \text{ кПа}$$

- на рівні підоснови фундаменту, ґрунт – супісок пластичний, насичений водою:

$$\sigma_{zg0} = \sigma_{zg1} + \gamma_2 \cdot h'_2 = 13,95 + 18,3 \cdot 0,3 = 19,44 \text{ кПа}$$

- на рівні підземних вод:

$$\sigma'_{zg2} = \sigma_{zg0} + \gamma_2 \cdot h'_3 = 19,44 + 18,3 \cdot 0,6 = 30,42 \text{ кПа}$$

- на рівні підоснови другого шару:

$$\sigma_{zg2} = \sigma'_{zg2} + \gamma_{в2} \cdot h_w = 30,42 + 9,11 \cdot 2,0 = 48,64 \text{ кПа}$$

де питома вага для супісків приймається зменшеною за рахунок виважуючої дії вод [5, ст. 172]:

$$\gamma_{в2} = \frac{\gamma_{s2} - \gamma_w}{1 + e_2} = \frac{26,4 - 10}{1 + 0,8} = 9,11 \text{ кН/м}^3.$$

- на рівні підоснови третього шару:

$$\sigma_{zg3} = \sigma_{zg2} + \gamma_{в3} \cdot h_4 = 48,64 + 12,6 \cdot 6,2 = 126,72 \text{ кПа}$$

де питома вага для суглинків приймається зменшеною за рахунок виважуючої дії вод:

$$\gamma_{в3} = \frac{\gamma_{s3} - \gamma_w}{1 + e_3} = \frac{26,5 - 10}{1 + 0,31} = 12,6 \text{ кН/м}^3.$$

Спираючись на отримані значення, будують епюру σ_{zg} (див. Рисунок 2.1 – зелений колір).

3) Визначають додатковий тиск σ_{zp0} , який діє по підосві фундаменту, за формулою [5, ст. 181]:

$$\sigma_{zp0} = \sigma_{mt} - \sigma_{zg0}, \quad (1.14)$$

де σ_{mt} – середній тиск під підосвою фундаменту, кПа.

Значить, $\sigma_{zp0} = \sigma_{mt} - \sigma_{zg0} = 139,31 - 19,44 = 119,87$ кПа.

4) Визначають додатковий тиск на границі кожного елементарного шару від підосиви фундаменту до нижньої границі стисливої зони (п. 5).

Будують епюру додаткових вертикальних напруг σ_{zp} за законом [5, ст. 181]:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot \sigma_{zp0}, \quad (1.15)$$

де α – коефіцієнт, що залежить від геометричних розмірів підошви фундаментів; його обирають у залежності від величин:

$$\eta = \frac{l}{b}, \quad (1.16)$$

$$\xi = \frac{2z}{b}, \quad (1.17)$$

де l, b – довжина і ширина підошви фундаменту, м;
 z – глибина шару, м.

Згідно з варіантом $\eta = \frac{l}{b} = \frac{2,4}{1,4} = 1,71$. Коефіцієнт α прийматимемо за допомогою інтерполяції з таблиці Д.1 [2] між показником $\eta = 1,4$ та 1,8.

5) Визначають нижню межу товщі, що стискується. На рівні цієї межі додатковий тиск у п'ять разів менший, ніж природний [5, ст. 181]:

$$\sigma_{zp} \leq 0,2\sigma_{zg}, \quad (1.18)$$

б) Загальне осідання кожного шару знаходять із виразу [5, ст. 181]:

$$S = \frac{\sigma_{zp.сер.} \cdot h_i}{E_i} \cdot \beta, \quad (1.19)$$

де $\sigma_{zp.сер.}$ – середнє значення додаткового тиску в i -му елементарному шарі, кПа;

h_i – товщина i -ого шару ґрунту, см;

E_i – модуль деформації шару ґрунту (беремо за інтерполяцією з таблиці В.1 [2]), кПа;

β – коефіцієнт (прийняти 0,8).

Результати обрахунків занесемо у таблицю 2.1. За отриманими значеннями, нижня межа товщі, що стискується:

- для 2 шару:

$$0,2\sigma_{zg} = 0,2 \cdot 48,64 = 9,73 \text{ кПа}$$

$$13,55 > 9,73$$

Умова не виконується нижня межа стисливої зони знаходиться нижче.

- для 3 шару, точка 9:

$$8,87 < 9,73$$

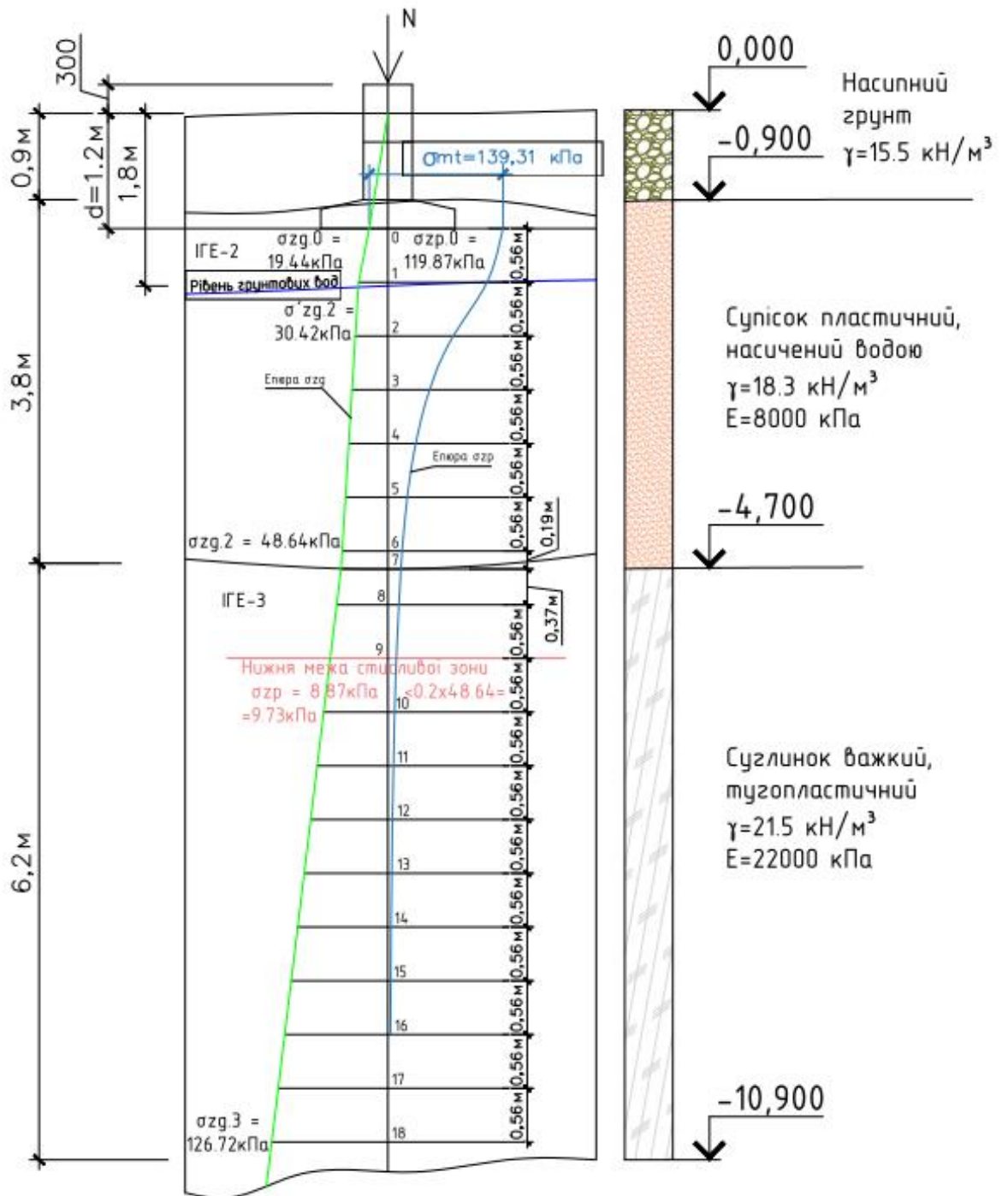


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема для визначення осідання фундаменту методом пошарового підсумування

Таблиця 2.1 – Розрахунок осідання фундаменту

№ точки	Глибина точки Z, м	$\xi = \frac{2Z}{b}$	α	σ_{zg} , кПа	$\sigma_{zp} = \sigma_{zp.0} \cdot \alpha$, кПа	$\sigma_{zpi.сер.} = \frac{\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi-1}}{2}$, кПа	E_i , кПа	h_i , см	Осід. шару S_i , см
0	0.00	0	1.000	19.44	119.87	111.60	8000	56	0.625
1	0.56	0.80	0.862	30.42	103.33	85.71	8000	56	0.479
2	1.12	1.60	0.568		68.09	55.80	8000	56	0.312
3	1.68	2.40	0.363		43.51	36.26	8000	56	0.203
4	2.24	3.20	0.242		29.01	24.64	8000	56	0.138
5	2.80	4.00	0.169		20.26	17.56	8000	56	0.098
6	3.36	4.80	0.124		14.86	14.21	8000	19	0.027
7	3.55	5.07	0.113		48.64	13.55	12.47	22000	37
8	3.92	5.60	0.095	11.39		10.13	22000	56	0.021
9	4.48	6.40	0.074	8.87		7.97	22000	56	0.016
10	5.04	7.20	0.059	7.07		6.47	22000	56	0.013
11	5.60	8.00	0.049	5.87		5.34	22000	56	0.011
12	6.16	8.80	0.040	4.80		4.44	22000	56	0.009
13	6.72	9.60	0.034	4.08		3.78	22000	56	0.008
14	7.28	10.40	0.029	3.48		3.30	22000	56	0.007
15	7.84	11.20	0.026	3.12		2.88	22000	56	0.006
16	8.40	12.00	0.022	2.64			22000	56	
17	8.96						22000	56	
18	9.52			126.72				56	S=2см

Сумарне осідання на межі стисливої зони становить 1,92 см, а на підшві суглинку – 2,011 см. Отримані значення не перевищують допустиме для будівлі 10 см.

Перелік літератури:

1. ДБН В.2.1-10-2018. Основи і фундаменти. Основні положення. – К. Мінрегіон України, 2018 – 36 с.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи і фундаменти. Основні положення проектування. – К. Мінрегіонбуд України, 2009 – 104 с.
3. Корнієнко М.В. Механіка ґрунтів. Навчальний посібник. - К.: КНУБА, 2007. - 40с.
4. Корнієнко М.В. Основи і фундаменти. – К.: КНУБА, 2012. – 165 с.
5. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник / М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников. – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с.
6. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
7. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авт.; за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. – Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2019. – 278 с.
8. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. – К. Мінрегіон України, 2017 – 29 с.

Додатки

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ІНІ Механічної інженерії, технологій та транспорту
Кафедра технологій зварювання та будівництва

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

з предмету «Основи механіки ґрунтів»

на тему «Визначення осідання фундаменту методом пошарового сумування»

Виконав: здобувач 4 курсу,
спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія»,
групи БА-201
Петренко Петро Валерійович

Перевірив: к.т.н., доцент каф. ТЗБ
Корзаченко Микола
Миколайович

Зміст:

1. Вступ
 2. Визначення фізико-механічних характеристик ґрунту
 3. Обрахунок осідання фундаменту
 4. Висновки
- Список літератури